

## ***La gestión de los residuos de la construcción en el proyecto Isle of Wight Pan Village***

**Antonio Ramírez de Arellano Agudo  
Madelyn Marrero Meléndez  
Jaime Solís Guzmán**

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA TÉCNICA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

### **RESUMEN**

*El presente trabajo evalúa la gestión de los residuos de la construcción en el proyecto Isle of Wight Pan Village, Reino Unido. Dicho proyecto consiste en la construcción de 800 viviendas y debe alcanzar los objetivos establecidos en el Código de Viviendas Sostenibles (Code for Sustainable Homes). Se incluyen en la evaluación algunas recomendaciones a partir de la experiencia española y se completa con el cálculo de los residuos a ser generados por el proyecto, mediante una herramienta informática que predice la cantidad y tipo de residuos y permite elaborar con precisión el Estudio y Plan de Gestión de Residuos. La evaluación es parte de los trabajos del proyecto europeo SUSPURPOL (Sustainable Purchasing and Planning Policy Blueprint Project) del programa europeo INTERREG III.*

### **1. ANTECEDENTES**

A continuación se evalúa la gestión sostenible de los residuos de la construcción en proyecto Pan Village en la Isla de Wight, Reino Unido. Los trabajos son parte del proyecto europeo SUSPURPOL (Sustainable Purchasing and Planning Policy Blueprint Project), de carácter internacional y multidisciplinar, que tiene por objetivo la identificación de las barreras a la sostenibilidad existentes en la edificación, el intercambio de experiencias entre sus miembros participantes y, finalmente, su conveniente difusión entre los agentes del sector. Esta investigación, es parte de la iniciativa GROW perteneciente al programa europeo INTERREG IIIC. El equipo de trabajo procede de 3 regiones europeas: South East England (Reino Unido), Malopolska (Polonia) y Andalucía (España).

El proyecto Pan Village consiste en la construcción de 800 viviendas en la isla de Wight. La isla es un condado inglés ubicado a 8 km de la costa sur del condado de Hampshire. Éste es un destino popular como complejo vacacional desde la época victoriana y es conocido por su belleza natural y su fama mundial en el deporte de vela. Tiene una extensión de 380 km<sup>2</sup> y 140.000 habitantes. Las características de la isla hacen imprescindible una gestión sostenible de sus recursos para conservar su patrimonio.

La evaluación del proyecto Pan Village comienza con el análisis de la memoria desde el punto de vista la gestión sostenible de los residuos. Dicha memoria incluye un capítulo dedicado a la minimización de residuos en la obra y considera posible alcanzar un 30% de reducción a través de una buena estrategia de gestión. También se incluyen ideas generales con el fin de conseguir ese objetivo en lo referente a minimización del consumo de materiales, reducción de residuos, la reutilización y el reciclado. Las propuestas se pueden resumir en las siguientes:

- destinar espacio de almacenamiento en obra de materiales reciclables durante la construcción, los contenedores de residuos deben ubicarse en lugares de fácil acceso para el recogido a plantas de tratamiento o reciclaje.
- participar de forma directa los trabajadores en el proceso de minimización a través de la separación y clasificación de los residuos en contenedores identificados claramente y eliminando posibles mezclas que dificultan la reutilización o reciclado.
- firmar todos los contratistas de la obra el Convenio de Constructores Concienciados (Considerate Constructors Scheme).

El primer punto, el espacio destinado a almacenamiento de materiales para ser reutilizados o reciclados sólo puede funcionar correctamente si se tiene una buena predicción en el proyecto de la cantidad y tipo de residuos que se espera generar, cuestión que no se ha descrito en la memoria y es indispensable. Ya que de esta manera se dispondrá del espacio y contenedores apropiados para reaprovechar los residuos, sin causar deterioro o mezclar los mismos.

En el segundo punto, la implicación de los trabajadores en la gestión de los residuos se puede conseguir a través de asignar responsabilidades específicas no sólo a éstos si no también a los encargados y jefes de obra. El último punto, el Convenio de Constructores Concienciados (Considerate Constructors Scheme) se refiere a una iniciativa inglesa muy interesante en la que los contratistas se comprometen contractualmente a minimizar la generación de residuos a través de estrategias concretas.

Las tres iniciativas incluidas en el plan, por otro lado, carecen de objetivos más concretos y cuantificables que garanticen alcanzar la reducción propuesta de un 30%. Se necesita un plan con tácticas y estrategias detalladas para poder alcanzar una reducción tan significativa. Esto es lo que exige el nuevo Código de Viviendas Sostenibles (Code for Sustainable Homes) puesto en marcha en Inglaterra en la primavera de 2007. El código contiene tablas detalladas con los requisitos que deben cumplir los proyectos. Primero, el proyecto debe contener un Plan de Gestión de Residuos en Obra, "Construction Site Waste Management Plan" (SWMP) a ser implementado. El plan deben incluir procedimientos y compromisos para separar, re-utilizar y reciclar los residuos de la construcción, ya sea en la propia obra o a través de agentes externos contratados. El Código posee cuatro tablas de verificación, "checklists":

- Tabla 1, verifica que el contenido del plan es suficiente para cumplir los requisitos mínimos.
- Tabla 2, verifica la obligación de minimizar los residuos.
- Tabla 3a, verifica la obligación de separar y reciclar.
- Tabla 3b, identifica las distintas categorías de residuos que serán separados y reciclados.

Cada tabla está formada por criterios que se deben seguir en el proyecto y requieren evidencia física que demuestre que se han de cumplir. Lo cual se realiza a través de contratos con empresas autorizadas en el reciclado y gestión de residuos. También las tablas requieren que se identifiquen las personas responsables en la obra para cada uno de los puntos a cumplir.

## 2. RECOMENDACIONES

A continuación se detallan recomendaciones al proyecto que pueden incluirse en las tablas de verificación descritas en el apartado anterior dentro del Código de Viviendas Sostenibles. Las propuestas son el resumen de las publicadas en "Buenas Prácticas Medioambientales" y de la experiencia profesional del grupo de investigación ARDITEC. Las prácticas principales están agrupadas en aspectos como la generación de polvo, gases de combustión y líquidos, reducir, reciclar y reutilizar los materiales y por último el almacenamiento de residuos y su tratamiento.

En cuanto al control de la generación de polvo las recomendaciones son las siguientes:

- Excavaciones y carga de camiones: durante las operaciones de carga de los camiones con tierras sobrantes de excavación, procurar reducir al máximo la altura de caída de las tierras desde la cuchara hasta el camión.

- Transporte de camiones: cubrir los camiones de transporte de las tierras sobrantes de excavación con lonas o material similar, que impida que se genere polvo y partículas durante su transporte. Limitar la velocidad de los camiones a unos 30-40 Km/h, para evitar levantar excesivo polvo en las inmediaciones de la obra.
- Riego de las zonas de tránsito: regar con cierta frecuencia las zonas de tránsito de los vehículos para evitar que se levante polvo.

En lo referente a las emisiones de gases de combustión se plantean las siguientes acciones:

- Reutilizar las tierras sobrantes de excavación (trasdosado, rellenos de parcelas cercanas, etc.) para reducir el número de transportes a realizar.
- Asegurar que todos los vehículos utilizados en la obra (de más de 25 km/h) han pasado la ITV.
- Evitar producir fuegos en la obra.
- Grupos electrógenos: inspección por Organismo de Control Autorizado.
- Utilizar maquinaria con carcasa protectora de los motores.
- Solicitar los certificados CE de la maquinaria puesta en obra.

Por otro lado el vertido de líquidos, debido a su carácter, posee otra línea de recomendaciones que se presentan a continuación:

- Vertidos de aguas sanitarias: La caseta de obra deberá estar conectada a la red de saneamiento municipal, o a una fosa séptica o depósito depurador estanco, de forma que se evite la posible contaminación del terreno y de los acuíferos existentes, gestionando en este caso periódicamente estas aguas residuales con una empresa autorizada.
- Vertidos de aguas de lavado de cubas de hormigón y canaletas: Se acondicionará una zona acotada y debidamente señalizada para el lavado de las cubas y canaletas. Una vez finalizada la obra, gestionar los restos de hormigón como residuo no peligroso.
- Vertidos de aguas procedentes del nivel freático y de limpieza de fachadas: Si el vertido se realiza a la red de saneamiento municipal, solicitar autorización de vertido al ayuntamiento. Si el vertido se realiza al terreno o a algún cauce, solicitar la autorización de vertido a la confederación hidrográfica correspondiente. El agua de limpieza de fachadas es contaminante cuando se utiliza ácido clorhídrico diluido. En este caso, proteger el terreno con plásticos, y una vez seco, gestionar como residuo peligroso.

En la gestión sostenible de residuos se deben incluir las “tres Rs”: reducir, reutilizar y reciclar. Para reducir los residuos las propuestas son las siguientes:

- Utilizar elementos realizados en taller (p.ej. armadura).
- Comprar de productos a granel, y sólo el necesario, reutilizando los restos en otra obra.
- Comprar productos no peligrosos.
- Reducir los restos de madera, utilizando en encofrados paneles fenólicos.

- Localizar y organizar adecuadamente las zonas de acopio.

Por otro lado se proponen la reutilización de:

- Tierras sobrantes de excavación para el trasdosado, o para formación de jardinería.
- Escombros limpios como sub-base drenante, o como base de soleras.
- Envases de pinturas, desencofrantes, etc.
- Despuntes de acero o restos de maderas para replanteos o para medidas de protección colectiva.
- Plásticos de protección de soleras, contención de vertidos líquidos al terreno.

Y por último se propone el reciclado de:

- Escombros para áridos reciclados.
- Despuntes de acero en barras.
- Restos de madera.
- Cartón.

En este último apartado sobre reciclado es también importante destacar la correcta gestión en obra de los residuos, para mejorar su aprovechamiento. Para mejorar las cantidades de residuos que pueden ser reciclados se proponen las siguientes acciones:

- Mantener ordenada y limpia la zona de trabajos y especialmente, al finalizar los trabajos en una zona.
- Separar cada tipo de residuo en los contenedores colocados en obra para ello.
- Identificar cada contenedor con un cartel indicando los tipos de residuos que se deben verter en cada uno de ellos.
- Retirar y gestionar los residuos por un gestor autorizado, teniendo en cuenta la existencia de plantas de reciclaje de áridos, empresas recuperadoras, plantas de tratamiento de residuos sólidos y vertederos de inertes autorizados de la zona.

En cuanto a la gestión de los residuos tóxicos y peligrosos (envases contaminados, restos pintura, brochas, aceites,...) las recomendaciones son más específicas y se pueden resumir en:

- Observar si los envases de materiales utilizados en la obra tienen pictogramas (desencofrantes, pegamentos, sellantes, siliconas,...)
- No situar los envases de residuos tóxicos y peligrosos en contacto directo con el terreno.
- Depositar todo residuo tóxico y peligroso en las zonas dispuestas para ellos. Se almacenarán en contenedores o sacas big-bag, segregados correctamente. Está prohibido mezclar residuos entre sí.

- Los contenedores de almacenamiento estarán localizados en espacios cubiertos y pavimentados e identificados mediante pegatinas en los mismos, donde se detallará:
  - Tipo de Residuo Peligroso, Código de identificación del residuo.
  - Pictogramas de seguridad.
  - Nombre, dirección y teléfono del productor.
  - Código de identificación del residuo.
  - Nombre, dirección y teléfono del gestor autorizado.
  - Fecha de inicio y final de llenado.
  - Mantener las fichas de seguridad del residuo en lugar conocido y accesible para el personal que maneje los productos.
- Gestionar los residuos tóxicos y peligrosos con un gestor autorizado.

### **3.-TRATAMIENTO DE RESIDUOS INERTES**

Dentro de las recomendaciones al proyecto Pan Village es importante la implementación de un modelo de bucle cerrado para la gestión de residuos que garantice el control de flujos, no es suficiente con que los contratistas firmen el Convenio de Constructores Concienciados si no se verifica y controla durante el ciclo las cantidades y su gestión. En este apartado explicaremos la experiencia en gestión de residuos de la construcción (RCD) en Sevilla que se ha establecido a través de un modelo de bucle cerrado, ver Figura 1, que a partir de este instante llamaremos Modelo Alcores. Este modelo aplica lo expuesto en el Real Decreto de Residuos de la Construcción y Demolición, se basa en el principio de quien contamina paga. Dicho principio establece la idoneidad de fijar una fianza que garantice que el productor de los RCD gestione de forma adecuada los residuos que son de su propiedad. La figura del productor del RCD se define como “cualquier persona física o jurídica propietaria del inmueble, estructura o infraestructura que lo origina”. El promotor de la obra de nueva construcción o demolición el dueño del residuo que se generará en la misma como consecuencia de la actividad.

El Modelo Alcores que comienza a funcionar con la fijación de una fianza que debe constituir el promotor de la obra de nueva construcción o demolición antes de que concedan la Licencia de Obras. El importe de dicha fianza estará relacionado con la tipología de obra que se pretenda acometer: tipo de cimentación, número de plantas de la edificación, superficie construida, etc., en base a los cuales obtiene de forma muy aproximada la cantidad de RCD que se generarán en dicha nueva obra. Con la fijación de esta fianza se consigue que el residuo quede identificado antes que se produzca, controlándose por adelantado los puntos donde se van a producir los RCD en el futuro inmediato.

Una vez que la obra se haya iniciado, el promotor de la misma deberá indicar a la empresa constructora que los residuos generados deberán ser gestionados por la concesionaria designada por la Mancomunidad de los Alcores, Alcorec en este caso (ver Figura 2), debiendo asegurarse que los RCD son llevados a alguna de las plantas de las que dispone Alcorec en dicha Mancomunidad y que los RCD generados deberán ser identificados con el número de expediente de la obra, que está relacionado con la fianza depositada.

Como un eslabón más de la cadena, la empresa constructora comunicará al responsable de transportar los residuos que estos deben ser entregados en alguna de las plantas del concesionario autorizado por la Mancomunidad. Para conseguir cerrar el modelo el transportista indicará en la entrada a la planta el origen de los residuos, notificando el número de expediente de la obra de procedencia, quedando identificada la procedencia del mismo de forma unívoca y clara.



Figura 1. Modelo de gestión de residuos, bucle cerrado, puesto en marcha en Sevilla, España.

Una vez finalizada la obra, el promotor solicitará a Alcorec el Certificado de Correcta Gestión, el cual será emitido por el Gestor Concesionario si se comprueba que existe congruencia entre la cantidad de residuo entregado por el promotor y el estimado en el momento de imposición de la fianza. Con dicho certificado se podrá solicitar la devolución de la fianza en el Ayuntamiento correspondiente.

El sistema controla la cantidad de residuos generados durante la construcción y demolición, y para ello ha sido necesario desarrollar un programa de ordenador que predice las cantidades de residuos a ser generados en el proyecto. En el siguiente apartado se explica esta herramienta.



Figura 2. Alcorec, plantas de tratamiento de residuos de la construcción en Sevilla

#### 4.-MODELO DE CUANTIFICACIÓN

Se ha desarrollado en la EUAT de Sevilla, en colaboración con profesionales y otras instituciones, una herramienta que permite cuantificar los residuos producidos anualmente por la actividad constructora, en función de la construcción y demolición de diferentes edificaciones o urbanizaciones en el área de estudio. El modelo determina el volumen de residuos generados por metro cuadrado construido durante la demolición o construcción de diferentes tipologías de edificios.

Para la obtención de los coeficientes del modelo matemático en primer lugar se realizaron encuestas normalizadas. Con un número suficiente de encuestas de distintas tipologías de obra se obtuvieron los valores medios de los conceptos, de esta manera se establecen los coeficientes  $Q_i$ , que representan la cantidad del concepto  $i$  en su unidad de medida específica. La formulación detallada del modelo está recogida en la ponencia presentada en CONTRART 2006, a continuación se presenta de forma resumida.

La primera definición es el Volumen Aparente Construido del concepto  $i$ :

$$VAC_i = Q_i \cdot CC_i$$

donde  $CC_i$  es el coeficiente de transformación de la cantidad del concepto  $i$  en el VAC.

La siguiente definición es el Volumen Aparente Demolido:

$$VAD_i = VAC_i \cdot CT_i = Q_i \cdot CC_i \cdot CT_i$$

donde el efecto del esponjamiento se introduce en el modelo mediante la aplicación de un nuevo coeficiente,  $CT_i$  que transforma el volumen aparente construido en volumen aparente demolido, la transformación de VAC en VAD.

También se establece un Volumen Aparente de Restos:

$$VAR_i = VAC_i \cdot CR_i = Q_i \cdot CC_i \cdot CR_i$$

donde se consideran restos aquellas pérdidas y roturas de los materiales utilizados en la ejecución de las obras y  $CR_i$  representa el coeficiente de transformación de VAC en VAR.

Y por último se establece un Volumen Aparente de Envases:

$$VAE_i = VAC_i \cdot CE_i = Q_i \cdot CC_i \cdot CE_i$$

donde  $CE_i$  es el coeficiente de transformación de VAC en VAE.

Cada uno de los conceptos seleccionados se obtiene agrupando diferentes partidas, atendiendo a criterios relacionados con sus características funcionales y constructivas, procurando que los residuos generados por cada concepto fueran relativamente homogéneos.

Para la codificación de cada concepto se han utilizado los tres primeros dígitos del código del subcapítulo a que pertenecen las partidas que lo integran según la clasificación sistemática del Banco de Precios de Andalucía.



En cuanto al indicador de unidad de medida, se aplicarían los siguientes criterios:

- Las características geométricas de los elementos constructivos que forman el concepto.
- Los indicadores de medida utilizados en el modelo tradicional para unidades similares.

Todos los datos representados son valores relativos que miden la cantidad de cada concepto (Q) en unidades de medida (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, kg, u, etc.) por metro cuadrado construido.

## 5.-CÁLCULO DEL VOLUMEN DE RESIDUOS

En el proyecto de la Isla de Wight se ha aplicado el modelo explicado en el apartado anterior y se ha calculado el volumen total de residuos que se pueden generar como consecuencia de la ejecución de las obras previstas. El resultado del análisis se resume en la tabla 1. Se ha realizado para viviendas unifamiliares, con zapatas aisladas de hasta 2 m, la estructura es de hormigón armado porticado, forjado en suelo de planta baja y cubierta inclinada de teja árabe. Los conceptos que se espera generen el mayor volumen son la tierra, el hormigón, los ladrillos y los envases de pinturas.

CODIGO	CONCEPTO	QI	VACI	VAD	VARI	VAB	m3 Residuos por m2 Const.	m3 Residuos Totales
02T	m3. Transporte Tierras	0,33	0,3300	0,0000	0,3300	0,0000	0,3300	49,5000
03A	kg. Amaduras	4,30	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041
03HA	m3. Hormigones Armados Zapatas	0,07	0,0700	0,0000	0,0021	0,0000	0,0021	0,3150
03HM	m3. Hormigones Masa	0,11	0,1100	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088	1,3200
03H	m3. Hormigones Estructos	0,03	0,0300	0,0000	0,0009	0,0000	0,0009	0,1350
04A	u. Arquetas	0,03	0,0120	0,0000	0,0006	0,0006	0,0012	0,1800
04C	m. Colectores	0,09	0,0064	0,0000	0,0004	0,0001	0,0004	0,0671
04B	m. Bajantes	0,14	0,0018	0,0018	0,0000	0,0000	0,0018	0,0082
05F	m2. Forjados	1,46	0,3650	0,5110	0,0146	0,0073	0,0219	3,2850
05AA	kg. Amaduras	11,75	0,0015	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0113
05HA	m3. Hormigones Armados	0,10	0,1000	0,1300	0,0030	0,0000	0,0030	0,4500
06DC	m2. Distr. Tabiquería (Camaras)	1,00	0,0500	0,0650	0,0028	0,0050	0,0078	1,1700
06DT	m2. Distr. Tabiquería (Partes)	0,88	0,0440	0,0572	0,0025	0,0044	0,0069	1,0296
06LE	m2. Forj. Exteriores de Ladrillo	1,08	0,1296	0,1685	0,0073	0,0130	0,0202	3,0328
06LI	m2. Forj. Interiores de Ladrillo	0,34	0,0408	0,0530	0,0023	0,0041	0,0064	0,9547
07I	m2. Cubiertas Inclinadas	0,55	0,1650	0,2228	0,0116	0,0083	0,0198	2,9700
08EC	m. Cimientos	0,61	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0075
08ED	m. Líneas y Derivaciones	0,02	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005
08EL	u. Puntos de luz	0,12	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0200
08ET	u. Toma de corriente	0,22	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0367
08EP	m. Cordón de Presta a Tierra	0,14	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0054
08FC	m. Canalizaciones Agua Caliente	0,23	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
08FD	u. Desagües	0,08	0,0008	0,0009	0,0000	0,0002	0,0002	0,0247
08FF	m. Canalizaciones Agua Fría	0,34	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
08FG	u. Grúas	0,07	0,0003	0,0003	0,0000	0,0003	0,0003	0,0399
08FS	u. Aparatos Sanitarios	0,06	0,0105	0,0095	0,0002	0,0005	0,0028	0,4253
08FT	u. Termoscalentadores	0,01	0,0025	0,0025	0,0000	0,0001	0,0001	0,0188
09T	m2. Aislamientos Térmicos	1,36	0,0544	0,0653	0,0005	0,0000	0,0005	0,0816
10AA	m2. Alicatados	0,44	0,0132	0,0178	0,0006	0,0006	0,0012	1,0791
10CE	m2. Enlucidos	1,81	0,0362	0,0471	0,0011	0,0000	0,0011	0,1629
10CG	m2. Graneados	2,93	0,0586	0,0762	0,0018	0,0000	0,0018	0,2637
10S	m2. Solados	0,75	0,0600	0,0780	0,0030	0,0030	0,0060	0,9000
10T	m2. Techos	0,05	0,0025	0,0034	0,0001	0,0005	0,0006	0,0938
10R	m. Remates	0,15	0,0023	0,0029	0,0001	0,0002	0,0003	0,0506
11CA	m2. Carpintería Acero	0,14	0,0070	0,0035	0,0000	0,0004	0,0004	0,0525
11M	m2. Carpintería Madera	0,02	0,0010	0,0012	0,0000	0,0001	0,0001	0,0180
11MP	m2. Puertas Madera	0,11	0,0055	0,0063	0,0001	0,0006	0,0007	0,0990
11P	m2. Persianas	0,06	0,0036	0,0040	0,0001	0,0002	0,0003	0,0378
12A	m2. Acristalamientos	0,11	0,0011	0,0012	0,0001	0,0006	0,0006	0,0908
13PE	m2. Pinturas Exteriores	1,59	0,0080	0,0103	0,0004	0,0119	0,0123	1,8484
13PI	m2. Pinturas Interiores	3,36	0,0168	0,0218	0,0008	0,0252	0,0260	3,9060
TOTALES			1,7466	1,5668	0,3558	0,0955	0,4913	73,6957

Tabla 1. Residuos que deben generarse por vivienda en el proyecto Pan Village de la Isla de Wight



La tierra puede ser fácilmente reutilizada como relleno en la misma obra o en obras próximas. El hormigón y los ladrillos se pueden emplear par rellenar zanjas de tuberías, y viales en la misma urbanización al ser tratados a través de machacadoras como se muestra en la Figura 3. Por último, los envases de pintura no se deben mezclar con otros residuos y ser gestionados como residuos peligrosos, evitando la contaminación por lixiviación.



*Figura 3. Construcción de viales y relleno de zanjas con árido reciclado*

## 6.-CONCLUSIONES

El proyecto de la Isla de Wight Pan Village, incluye buenas iniciativas para la gestión sostenible de residuos y puede cumplir con los objetivos del Código de Viviendas Sostenibles. Para ello es necesario que se detallen dentro del proyecto las cuestiones que exige el código a través de sus tablas o “checklists”.

La predicción del volumen de generación de residuos de dicho proyecto es imprescindible para una gestión sostenible. Por ejemplo, permite determinar el tamaño de los contenedores, su ubicación dentro de la obra, y la frecuencia del recogido por la empresa gestora contratada. También este cómputo nos permite controlar que los residuos sean correctamente tratados, previendo las mezclas y el deterioro de los mismos. La producción de residuos también se puede calcular en el Reino Unido a través del programa informático SMARTWaste™, una herramienta que también determina la cantidad y tipo de residuos y su flujo.

## 7.-AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ministerio de Medio Ambiente, la financiación del proyecto “Tratamiento y propuestas de reutilización de tierras, residuos mezclados, hormigones, materiales cerámicos y maderas” (Código 108/2004/3) que permitió obtener las herramientas de cuantificación de residuos. También agradecemos a la entidad Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción (FCBP) que diseñó la codificación que permitió realizar las encuestas de recogida de datos, y por último, al proyecto SUSPURPOL que dio la oportunidad a que esta investigación tenga alcance internacional.

## BIBLIOGRAFÍA

*BRE Good Building Guide* , 2003, GBG57 Part 1 and 2, Construction and Demolition Waste.

*BRE, NHBC Templates for Site Waste Management Plans*, 2007, [www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk)

*SMARTWaste™* [www.smartwaste.co.uk](http://www.smartwaste.co.uk)

*CASTAÑÓN DEL VALLE, et. al. 2005, Guía de buenas prácticas ambientales en el sector de la construcción* ISBN 84-95278-68-5.

*Guide to Formulating a Site Waste Management Plan*, WRAP, 2006, [www.wrap.org.uk](http://www.wrap.org.uk)

*Precios 2002. Banco de Precios de la Construcción. Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción.*

*RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, A., 1989, La teoría de sistemas al servicio del análisis de presupuestos de obras*, Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. Sevilla ISBN 84-5058228-8.

*RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, A., Solís Guzmán J., 2006, “Sistema de cuantificación de residuos de construcción en la Mancomunidad de Los Alcores”* CONTART 2006.